



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Manejo agrícola del frijol común y su efecto en el potencial supresivo de suelos Pardos Sialíticos sobre *Rhizoctonia solani*

Cultivation management of common bean and its effect on the suppressive potential of brown calcareous soils on *Rhizoctonia solani*

Héctor Pablo Hernández Arboláez¹ , Edith Aguila Alcantara¹ , Belkys Laura Castillo Pereda² , Yanetsy Ruiz González¹ 

¹ Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

² Finca Victoria, Estación Experimental Agro-Forestal Placetas (EEAF Placetas), Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba, CP 52800

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 20/12/2019
Aceptado: 18/05/2021

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

CORRESPONDENCIA

Héctor Pablo Hernández Arboláez
hectorha@uclv.edu.cu
Edith Aguila Alcantara
editha@uclv.edu.cu
Belkys Laura Castillo Pereda
placetas@forestales.co.cu
Yanetsy Ruiz González
yanetsyrg@uclv.edu.cu



RESUMEN

Para evaluar el efecto del manejo en el poder supresivo de los suelos Pardos mullidos medianamente lavados sobre la longitud de la lesión causada por *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo del frijol se realizó este experimento en condiciones semicontroladas. El diseño empleado fue completamente aleatorizado con dos tipos de fertilización (urea: 225 kg ha⁻¹ y compost: 7 t ha⁻¹) y suelos de dos campos con manejos agrícolas diferentes (convencional y orgánico). Los suelos se utilizaron en estado natural y esterilizado mediante autoclaveado y 4 réplicas por tratamiento. El cultivar de frijol seleccionado fue CC 25-9N y la cepa de *R. solani* fue la AG-4-HGCuLT-Rs-36. La longitud de la lesión fue superior en los suelos no esterilizados del manejo convencional. El tipo de fertilización empleada en este estudio no influyó en los resultados obtenidos. El análisis de regresión múltiple demostró que la longitud de la lesión disminuirá por incrementos en la permeabilidad y el contenido de materia orgánica en ambos manejos, mientras que en el convencional también lo hará por aumentos en el pH-KCl. Además, la longitud de la lesión mostró regresiones simples significativas para ambos manejos con agregados estables y pH-KCl, pero con el contenido de materia orgánica solo es significativa para el manejo orgánico, mientras que en manejo convencional fueron significativas con permeabilidad y P Olsen. El suelo bajo manejo orgánico

manifestó un potencial supresivo superior con menor longitud de la lesión y 28 % de dependencia del estado de las propiedades del suelo evaluadas.

Palabras clave: manejo convencional y orgánico, *Rhizoctonia*, supresión de enfermedades, suelos supresivos

ABSTRACT

For assessing the effect of management on the suppressive potential of the brown calcareous soils on the lesion length caused by *Rhizoctonia solani* Kühn in the bean crop it was conducted this experiment under semicontrolled conditions. It was used a complete random design with two types of fertilization (urea: 225 kg ha⁻¹ and compost: 7 t ha⁻¹) and soils from two fields with different agricultural management (conventional and organic). Soil were used in natural state and sterile through autoclaved and 4 replicates by treatment. The bean cultivar selected was CC 25-9N and the strain of *R. solani* was AG-4-HGCuLT-Rs-36. The lesion length was superior in the non-sterilized soils from the conventional management. Fertilization used in the studied did not influence on the obtained results. The multiple regression analysis demonstrated that the lesion length will decrease by increments in permeability and organic matter content for both managements, but in the conventional will do the same by aments in pH-KCl. Besides, the lesion length showed significant simple regressions for both managements with stable aggregates and pH-KCl, but with the content of organic matter is significant only for the organic management, meanwhile in the conventional management were significant with permeability and P Olsen. The soil under organic management showed a higher suppressive potential with lower lesion length and 28 % of dependence of the evaluated soil properties status.

Keywords: conventional and organic management, *Rhizoctonia*, disease suppressiveness, suppressive soils

INTRODUCCIÓN

En la última década ha ganado espacio en la literatura científica relacionada con las ciencias del suelo y la sanidad vegetal el término suelo supresivos, el cual se emplea en referencia al potencial de algunos suelos para disminuir o suprimir el nivel de incidencia y severidad de una enfermedad, aun cuando coexisten el agente patógeno, el organismo hospedero susceptible y las condiciones ambientales que favorecen su infección y posterior desarrollo de la enfermedad (Doussoulin y Moya, 2011).

En Cuba, *Rhizoctonia solani* Kühn es uno de los principales hongos fitopatógenos del suelo que afectan la producción agrícola de numerosos cultivos, siendo de gran importancia las pérdidas que causa en el frijol común. Nerey (2009) al estudiar el potencial supresivo sobre este hongo fitopatógeno de algunos suelos cubanos dedicados a este cultivo planteó que el tipo de suelo era un factor a considerar, cuyo efecto se deba probablemente a las propiedades

inherentes que estos poseen, pero también señala que la fertilización y otras actividades agrícolas pueden influir en el efecto supresor.

El presente trabajo tiene como fin evaluar el efecto del manejo convencional y orgánico del cultivo del frijol común en el poder supresivo de los suelos Pardos mullidos medianamente lavados sobre la longitud de la lesión causada por *Rhizoctonia solani* Kühn.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las áreas de estudio

Para el presente estudio se seleccionaron dos campos con diferente manejo en fincas de campesinos privados del municipio Santa Clara, a fin de establecer comparaciones según el objetivo trazado en la investigación. Los campos seleccionados de ambas fincas presentan suelos Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015) y un área de 1 ha. Las características generales del manejo en cada campo son:

1. Manejo 1 (M1): En este campo el manejo está caracterizado por el empleo de pocos insumos, fertilización orgánica (compost en dosis de 7 t ha⁻¹). La preparación de suelo y labores de cultivo son realizadas con tracción animal. Las rotaciones de cultivo son *Solanum lycopersicum* L., *Zea mays* L. y *Phaseolus vulgaris* L. No se realizan aplicaciones de agroquímicos para el control de plagas.

2. Manejo 2 (M2): Este campo se caracteriza por alto consumo de insumos químicos, que implica fertilización química frecuente con NPK (9-13-17; 400 kg ha⁻¹), Nitrato de Amonio (100 kg ha⁻¹) y Urea (225 kg ha⁻¹), aunque esporádicamente la combina con fertilización de fuentes orgánicas. La preparación de suelo y labores de cultivo se realizan con tracción animal y tractores indistintamente. Las rotaciones de cultivo son *P. vulgaris* L., *Ipomoea batatas* L y *Allium cepa* L. Las aplicaciones de agroquímicos son frecuentes y se emplean: Supermeteo-2000 (1 l ha⁻¹) como fungicida, Monarca como insecticida (1 l ha⁻¹) y como herbicida Glyphosato (1 l ha⁻¹).

En cada campo seleccionado se colectaron 4 muestras compuestas de 3 kg cada una. El muestreo se realizó siguiendo un transepto en zigzag y colecta radial hasta los 3 m alrededor del punto, evitando el efecto borde en el área muestreada. La profundidad de muestreo fue 20 cm. Las muestras fueron mezcladas y homogeneizadas antes de trasladarlas al laboratorio del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Posteriormente, fueron secadas al aire y se tomaron 11 kg para montar el experimento en magentas y 1 kg para realizar la caracterización de los suelos a emplear. Para los análisis físicos y químicos fueron tamizadas a 2 mm y 0,5 mm, respectivamente. Los análisis

físicos realizados fueron permeabilidad y agregados estables, ambos por el método de Henin *et al.*, citado por Cairo (2000). Los análisis químicos que se realizaron fueron el pH-KCl, contenido de materia orgánica y fósforo (P) disponible. El pH-KCl se hizo por el método potenciométrico y solución extractiva 1N KCl usando una relación de 1:2,5 (peso:volumen). La materia orgánica del suelo (MOS) fue determinada colorimétricamente por el método de Wakley and Black. El P disponible fue determinado por el método de Olsen y leído en el espectrofotómetro a 882 nm. Los resultados de esta caracterización se muestran en la Tabla 1.

Diseño del experimento en magentas

El experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) en condiciones semicontroladas con 4 réplicas por tratamiento en magentas de 11 cm de diámetro y 8 cm de altura. El suelo se tamizó a 4 mm y se esterilizó en autoclave a 117 °C durante una hora. Esta operación se realizó dos veces cada 24 h. Posteriormente, en cada magenta se colocaron 400 g de suelo y se sembraron 4 semillas negras de frijol común cultivar Cuba Cueto 25-9N (testa negra) susceptible a *R. solani*. Las mismas fueron desinfectadas en 1% hipoclorito de sodio por 5 min y luego enjuagadas 2 veces con agua desionizada.

Para el experimento se tuvieron en cuenta tres factores: Manejo (A), Tratamiento de esterilización (B) y Tipo de fertilización (C). De la combinación de estos resultaron diferentes tratamientos descritos en la Tabla 2.

El compost utilizado en el experimento fue el mismo que aplica el campesino del M1 para la fertilización en su finca y su caracterización se muestra en la Tabla 3.

La cepa de *Rhizoctonia solani* Kühn utilizada fue la AG-4-HGCuLT-Rs-36, aislada de plantas

Tabla 1. Estado de los indicadores físicos y químicos evaluados

Manejo	Permeabilidad	AE (%)	MO (%)	P-Olsen (mg kg ⁻¹)	pH-KCl
1	2,67	54,55	2,69	0,55	6,48
2	2,36	46,91	2,15	1,84	6,13

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
Tratamiento 1	Suelo Manejo 1 (M1) no esterilizado sin fertilizar
Tratamiento 2	Suelo M1 esterilizado sin fertilizar
Tratamiento 3	Suelo M1 no esterilizado fertilizado con urea
Tratamiento 4	Suelo M1 esterilizado fertilizado con urea
Tratamiento 5	Suelo M1 no esterilizado fertilizado con compost
Tratamiento 6	Suelo M1 esterilizado fertilizado con compost
Tratamiento 7	Suelo Manejo 2 (M2) no esterilizado sin fertilizar
Tratamiento 8	Suelo M2 esterilizado sin fertilizar
Tratamiento 9	Suelo M2 no esterilizado fertilizado con urea
Tratamiento 10	Suelo M2 esterilizado fertilizado con urea
Tratamiento 11	Suelo M2 no esterilizado fertilizado con compost
Tratamiento 12	Suelo M2 esterilizado fertilizado con compost

Tabla 3. Caracterización del compost empleado en el experimento

	pH-H ₂ O	MO (%)	Cenizas (%)	Carbono (%)	% hbss	% MS
Compost	7,44	38,48	61,53	22,32	17,37	82,63

enfermas de frijol común en Cuba e identificada por Nerey (2009). El inóculo fue producido siguiendo la metodología de Scholten *et al.* (2001) citada y modificada por Nerey (2009) e incubados por 10 días a 28 °C en la oscuridad, removiéndolos cada 3 días. El suelo en las magentas fue inoculado tres días después de germinadas las semillas, esparciendo los granos de arroz en la línea central de la magenta (Figura 1).

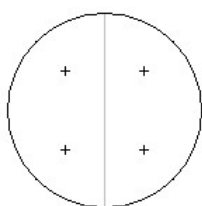


Figura 1. Diseño del experimento en las magentas (+: localización de las semillas de frijol común; línea central gris: localización los granos de arroz inoculados)

Las magentas fueron incubadas en condiciones de temperatura, luminosidad y humedad relativa del ambiente con control de la humedad del suelo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Central 'Marta Abreu' Las Villas en

Santa Clara, Cuba. Se trabajó con una humedad del suelo equivalente al 80 % CC para lo cual se adicionaron 37,28 g de agua por 100 g de suelo.

La dosis empleada de compost fue de 7 t ha⁻¹, para lo cual se añadió 1,44 g de compost (tamizado a 0,5 mm) en 400 g de suelo (una magenta) y se mezcló hasta homogenizar. Para la fertilización con urea se preparó una solución sobre la base de 0,81 g de urea en 400 ml de agua destilada. En las magentas bajo el tratamiento de fertilización con urea se añadieron 50 ml de esta solución en cada una, previo a la siembra, lo que equivale a una dosis de 225 kg ha⁻¹ que emplea el productor.

A los 15 días de emergidas, se extrajeron las plantas de las magentas y se lavaron con agua destilada. Se verificó la presencia de la lesión en la planta y se midió la longitud de la misma.

Procesamiento estadístico

Para el procesamiento de los resultados se elaboró una base de datos. Para el análisis del experimento se realizó una ANOVA multifactorial y se verificaron las interacciones entre los tres factores involucrados: manejo previo (A), tratamiento de esterilización (B) y

tipo de fertilización (C). Se organizaron los datos en los grupos resultantes de esta interacción y se analizaron en un ANOVA simple empleándose la prueba de Kruskal-Wallis al no existir homogeneidad de varianza. Todos los análisis se realizaron para $p < 0,05$. Todos estos análisis se realizaron en STATGRAPHICS plus 5.0. Finalmente, para cada manejo se realizó un análisis de regresión múltiple empleando el SPSS v. 21 y análisis de regresión simples para cada indicador con la longitud de la lesión en STATGRAPHICS plus 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de *Rhizoctonia solani* Kühn, cepa AG-4-HGCuLT-Rs-36 en el experimento con magentas

En el análisis multifactorial se constató interacción entre el manejo previo y tratamiento de esterilización al suelo el análisis de los resultados se realiza para los cuatro tratamientos resultantes de esta interacción. Sin embargo, el tipo de fertilización que se empleó en la investigación no demostró ser significativo para los resultados del experimento, así como tampoco en las interacciones que se analizaron, lo que puede interpretarse como que el efecto del tipo de fertilización en este estudio no fue significativo (Tabla 4).

Aunque en este caso no hubo una respuesta significativa el tipo de fertilización ha demostrado influir en los resultados cuando se realiza de modo frecuente como parte del manejo del agroecosistema. González (2014)

explica que la supresividad natural de los compost se muestra en distinto grado para diversos agentes patógenos, siendo muy variable y no todos los compost la muestran, dependiendo del tipo de compost y su nivel de madurez. En el caso de *R. solani*, de acuerdo con este autor, en la literatura se encuentra que solo un 20 % de los compost estudiados han mostrado supresividad natural, siendo el grado de madurez del mismo la mayor causa que limita su potencial efecto supresor. En este sentido Artavia *et al.* (2010) explican que el grado de madurez del compost empleado es importante pues si son maduros y muy estabilizados presentan poblaciones de microorganismos poco activas y con poco efecto supresor, ya que no mantiene poblaciones de biocontroladores eficaces y no es por lo tanto adecuado para la supresión de enfermedades.

A partir del análisis multifactorial se organizaron cuatro grupos resultantes de la interacción manejo x tratamiento de esterilización. Los grupos conformados fueron: Interacción 1 (M1 sin esterilización del suelo), Interacción 2 (M1 con esterilización del suelo), Interacción 3 (M2 sin esterilización del suelo) e Interacción 4 (M2 con esterilización del suelo).

La longitud de la lesión fue mayor en el manejo convencional sin esterilización al suelo (Interacción 3) significativamente diferente a los restantes interacciones (Figura 2). En el manejo orgánico con y sin esterilización al suelo (Interacciones 1 y 2) la longitud de la lesión es significativamente menor, así como en el M2

Tabla 4. Resumen del análisis estadístico del ANOVA multifactorial

Efectos Principales	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
A: Manejo	0,9075	1	0,9075	16,23	0,0001
B: Esterilización del suelo	0,421875	1	0,421875	7,54	0,0066
C: Tipo de Fertilización	0,126667	2	0,0633333	1,13	0,3245
Interacciones	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
AB	0,460208	1	0,460208	8,23	0,0046
AC	0,06	2	0,03	0,54	0,5858
BC	0,00375	2	0,001875	0,03	0,9670
Residuos	10,1792	182	0,0559295		
Total (Corregido)	12.1592	191			

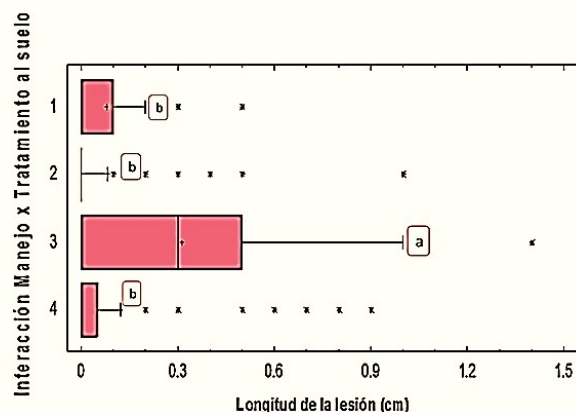


Figura 2. Longitud de la lesión causada por *Rhizoctonia solani* Kühn, cepa AG-4-HGCuLT-Rs-36 Interacción 1 - M1 sin esterilización del suelo, Interacción 2 - M1 con esterilización del suelo, Interacción 3 - M2 sin esterilización del suelo, e Interacción 4 - M2 con esterilización del suelo. Letras diferentes difieren según prueba de Kruskal-Wallis para $p < 0,05$

donde se esterilizó el suelo (Interacción 4). Aunque en el M1 sin esterilizar la longitud de la lesión aumenta con respecto a este mismo manejo M1 con el suelo estéril, este aumento es mucho menor y significativamente diferente del M2 donde el suelo no fue esterilizado, no difiriendo estadísticamente de los resultados que se aprecian en M1 y M2 con suelo estéril.

Los resultados de esta investigación coinciden con los obtenidos por Deroo (2016) que trabajó con la misma cepa de *R. solani* que la empleada en este experimento y con campos bajo diferentes manejos en este mismo tipo de suelo. Dicha autora considera que esto sea consecuencia de los efectos nocivos que a largo plazo tienen el uso de plaguicidas en la microbiota del suelo en los campos bajo manejo convencional, así como el intensivo laboreo al que son sometidos.

Estos resultados sugieren que, en primer lugar, el manejo sistemático que se efectúa sobre el subsistema suelo influye sobre la longitud de las lesiones que ocasiona este hongo fitopatógeno. Nerey (2009) explica que prácticas culturales como el laboreo del suelo, la rotación de cultivos, aplicación de enmiendas orgánicas, la solarización del suelo, entre otras, pueden ser alternativas viables para el control de *R. solani*.

Artavia *et al.* (2010) expresan que el compost tiene el potencial de promover el control biológico de enfermedades de plantas al

introducir agentes de biocontrol al suelo y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad; a la vez que favorece el desarrollo radical y aporta nutrientes a la planta, favoreciendo un crecimiento adecuado del cultivo que le permita tolerar las enfermedades o escapar de la infección. Estos autores explican que la supresión biológica por medio del compost involucra mecanismos de antagonismo directo como la competencia, la antibiosis y el hiperparasitismo, así como mecanismos no antagonísticos tales como la resistencia sistémica inducida en las plantas.

Por otra parte, los resultados de ambos tratamientos donde se esterilizó el suelo presuponen una supresión física o química por efecto de los factores abióticos. Doussoulin y Moya (2011) explican que esta se evidencia cuando la supresión no se pierde al pasteurizar o esterilizar el suelo, ya que si bien la supresión de enfermedades puede ser un resultado directo o indirecto de la actividad de los microorganismos del suelo, también los factores abióticos poseen un rol importante.

Análisis de regresión múltiple

La salida del ajuste al modelo de regresión múltiple para describir la relación entre la longitud de la lesión (LL) y las 5 variables independientes seleccionadas muestra que en el M1 la ecuación del modelo ajustado para un

nivel de confianza del 90 % ($p < 0,10$) es:

$$LL = 0,34 - 0,02 * \text{Permeabilidad} + 0,40 * \text{AE} - 0,43 * \text{MO} + 0,41 * \text{POlsen} + 0,51 * \text{pH-KCl}$$

De acuerdo con el estadístico R^2 (0,28) se puede afirmar que esta ecuación del modelo explica un 28 % de la variabilidad en la longitud de la lesión. De acuerdo con la ecuación del modelo se concluye que incrementos en las variables permeabilidad y materia orgánica influirán en la disminución de la lesión, mientras que ocurrirá lo contrario cuando el incremento ocurra en las variables agregados estables, fósforo disponible (P Olsen) y acidez cambiante (pH-KCl). Esto es especialmente relevante para las variables agregados estables, porcentaje de materia orgánica y pH-KCl que tienen una relación estadísticamente significativa con la longitud de la lesión (Tabla 5).

En el M2, el modelo ajustado de la regresión múltiple para un nivel de confianza del 95 % ($p < 0,05$) que describe la relación entre LL y las 5 propiedades del suelo consideradas muestra que:

$$LL = 0,44 - 0,22 * \text{Permeabilidad} + 0,25 * \text{AE} - 0,23 * \text{MO} + 0,24 * \text{POlsen} - 0,25 * \text{pH-KCl}$$

Sin embargo, en este caso el modelo solo explica un 8 % de la variabilidad en la longitud de la lesión, dado que $R^2 = 0,08$. Por ende, la influencia de otros factores en la variabilidad de LL es mayor en este manejo que en el anteriormente analizado. En función de la ecuación se puede afirmar que, al igual que en el

M1, incrementos en las variables permeabilidad y materia orgánica influirán en la disminución de la lesión, aunque en este manejo, también tendrá este efecto el pH-KCl. Las variables que incrementarán la LL cuando ellas aumenten sus valores serán los agregados estables y P-Olsen. En este manejo las variables que mostraron regresiones simples significativas fueron permeabilidad, agregados estables, P Olsen y pH-KCl (Tabla 5).

Es evidente que otros factores no considerados en el presente estudio influyen en las afectaciones que causa este hongo fitopatógeno. Los modelos desarrollados constituyen una aproximación a un problema multifactorial que pasan por la susceptibilidad del cultivar y factores ambientales (Oladzad *et al.*, 2019), la actividad biológica del suelo (Dixon y Tilston, 2010), entre otros factores.

Sin embargo, estos modelos demuestran la influencia de la estructura y el estado físico del suelo en la longitud de la lesión. Löbmann (2015) explica que el manejo afecta las propiedades abióticas del suelo que a su vez influyen sobre la biodiversidad y menciona algunas propiedades como el pH, la estructura del suelo, la retención de humedad, entre otros como factores que pueden influir en el potencial supresor del suelo en los suelos agrícolas.

Dixon y Tilston (2010) refieren que desarrollar el poder supresivo de un suelo mediante la introducción de enmiendas orgánicas y el manejo de los residuos de los cultivos puede ser un proceso lento cuyos efectos acumulativos tendrán un impacto

Tabla 5. Regresiones simples significativas para cada manejo entre la longitud de la lesión y las propiedades físicas y químicas evaluadas

Manejo	Variables (X)	Ecuación de regresión	R ²	P
M1	Agregados estables	$Y = -1,81245 + 0,0395969 * X$	15,79	0,10
	% Materia orgánica	$Y = -14,5168 - 5,2726 * X$	18,79	0,05
	pH _(KCl)	$Y = 1 / (-170,17 + 1130,27 / X)$	33,36	0,01
M2	Permeabilidad	$Y = 1 / (72,6998 - 162,66 / X)$	12,01	0,05
	Agregados estables	$Y = 1 / (43,546 - 0,849408 * X)$	11,38	0,05
	P Olsen	$Y = 1 / (13,4323 - 5,28325 * X)$	11,74	0,05
	pH _(KCl)	$Y = \exp(-56,6173 + 340,781 / X)$	8,46	0,05

Leyenda: M1: Manejo agroecológico con fertilización orgánica, M2: manejo convencional con fertilización química. Y: Longitud de la lesión, X: resto de las variables evaluadas

positivo en la salud del suelo, aunque remarcan que el empleo de compost como alternativa de fertilización orgánica puede beneficiar o perjudicar la fertilidad y salud del suelo en dependencia de su calidad por lo que este debe ser un factor a considerar cuando se opta por dicha alternativa.

El efecto de la acidez del suelo sobre la longitud de la lesión es diferente en cada manejo estudiado. Nerey (2009) explica que sobre la base de la literatura existente se puede asumir que la actividad patogénica de *R. solani* se reduce cuando desciende el pH debido a que las densidades del patógeno en el suelo, así como su crecimiento se reducen cuando el pH está por debajo de 7, mientras que los suelos con pH alcalinos favorecen el desarrollo del patógeno y son propensos a la aparición de las afecciones causadas por este.

CONCLUSIONES

El suelo con manejo orgánico manifestó mayor potencial supresivo con menor longitud de la lesión tanto condiciones naturales como esterilizado, mientras que el del convencional es un suelo conductivo de acuerdo con los resultados. La longitud de la lesión mostró relaciones significativas con las propiedades del suelo estudiadas y disminuirá en ambos manejos por incrementos en los indicadores permeabilidad y contenido de materia orgánica, mientras que en el suelo con manejo convencional también lo hará por incrementos en el pH-KCl, aunque la influencia de cada indicador es diferente para cada manejo. El tipo de fertilización empleado no fue un factor determinante en los resultados obtenidos en este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Héctor Pablo Hernández Arboláez: Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito.

Edith Aguila Alcantara: Tuvo la responsabilidad de supervisar y liderar la planificación y ejecución de las actividades de investigación, incluida la tutoría al equipo

responsable de tomar los datos experimentales. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito.

Belkys Laura Castillo Pereda: Responsable de validar y verificar la replicación general de los experimentos y otros resultados obtenidos en la investigación.

Yanetsy Ruiz González: Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

ARTAVIA, S, URIBE, L., SABORÍO, F., *et al.* 2010. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la supresión de *Pythium myriotylum* en plantas de tiquizque (*Xanthosoma sagittifolium*). *Agronomía Costarricense*, 34(1): 17-29, ISSN: 0377-9424.

CAIRO, P. 2000. Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. *Revista Agricultura Orgánica*, 14 (2): 23-25.

DEROO, H. 2016. Relationships between soil management, soil quality and soil functions in differing agroecosystems in Santa Clara, Cuba. Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería en Biociencias, Universidad de Gante, 77 p.

DIXON, G.R. y TILSTON, E.L. 2010. Soil Microbiology and Sustainable Crop Production. Chapter 6: Soil-borne pathogens and their interactions with the soil environment. Springer, ISBN 978-90-481-9478-0, p: 197-273.

DOUSSOULIN JARA, H. A., MOYA ELIZONDO, E. A. 2011. Suelos supresivos a enfermedades radicales: “declinación del mal de pie (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) en trigo”, un estudio de caso. *Agro Sur*, 39 (2): 67-78.

GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, A. I. 2014. Valoración de compost y vermicompost de residuos de jardinería como fitosanitarios en producción sostenible de patata y tomate. Tesis

de Maestría, Universidad de Valladolid, España, 96 p.

HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., CASTRO, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) - Ministerio de la Agricultura (MINAG), La Habana, Cuba, 93 p.

LÖBMANN, M. T. 2015. Relationships between Soil Management and Pathogen Suppressive Soils in Southern Sweden. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas/Agroecología, Faculty of Landscape Architecture, Horticulture

and Crop Production Science, Swedish University of Agricultural Sciences, 88 p.

NEREY, Y. 2009. Characterization, pathogenicity and control of *Rhizoctonia* spp. Associated with bean in various Cuban soil types. PhD thesis, Ghent University, Gent, 157 p.

OLADZAD, A., ZITNICK-ANDERSON, K., JAIN, S., *et al.* 2019. Genotypes and genomic regions associated with rhizoctonia solani resistance in common bean. *Front. Plant Sci.*, 10: 956. doi: 10.3389/fpls.2019.00956.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.